

**Ημερίδα : Κανονισμός Επεμβάσεων σε κτήρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα (ΚΑΝ.ΕΠΕ).  
 Ο ρόλος του στη διατήρηση και ενίσχυση της ποιότητας.**

## ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ



καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος  
 Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστημίου Πατρών

Αθήνα, 10/05/2017

1

## ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

	Σκυρόδεμα	Χάλυβας	Σύνθετα
<b>Γενικές Απαιτήσεις</b>			
▪ Έλεγχος διεπιφανειών	■	■	■
<b>Επεμβάσεις σε Κρίσιμες Περιοχές Ραβδόμορφων Δομικών Στοιχείων</b>			
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης	■	■	■
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας έναντι τέμνουσας	■	■	■
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστικότητας	■	■	■
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας	■		
<b>Επεμβάσεις σε Κόμβους Πλαισίων</b>			
▪ Ανεπάρκεια λόγω διαγώνιας θλίψης κόμβου	■	■	■
▪ Ανεπάρκεια οπλισμού κόμβου	■	■	■
<b>Επεμβάσεις σε Τοιχώματα</b>			
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης	■	■	■
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας τέμνουσας	■	■	■
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστικότητας	■	■	■
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας	■		
<b>Εμφάνωση Πλαισίων</b>			
▪ Προσθήκη απλού "γεμίσματος"	■	■	
▪ Τοιχωματοποίηση πλαισίων	■	■	
▪ Ενίσχυση υφιστάμενων τοίχων πληρώσεως	■	■	
▪ Προσθήκη ράβδων δικτύωσης, μετατροπή πλαισίων σε κατακόρυφα δικτυώματα		■	
<b>Προσθήκη Νέων Παράπλευρων Τοιχωμάτων και Δικτυωμάτων</b>			
▪ Σύνδεσμοι	■	■	
▪ Θεμελίωση νέων τοιχωμάτων	■	■	
▪ Διαφράγματα		■	■
<b>Επεμβάσεις σε Στοιχεία Θεμελίωσης</b>	■		

2



3



**Βλάβες σε Δοκίμιο με Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα και Βλήτρα**

4

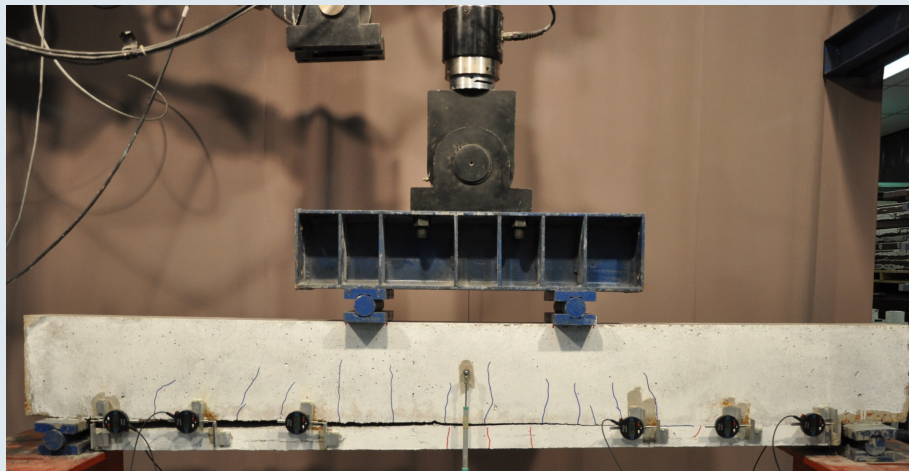


**Βλάβες σε Δοκίμιο με Έγχυτο Σκυρόδεμα, Λεία Διεπιφάνεια χωρίς Διατμητικούς Συνδέσμους**

5



6



**Απώλεια Σύνδεσης στη Διεπιφάνεια**

7

## Έλεγχος Συνεργασίας στη Διεπιφάνεια

### Ανίσωση Ασφαλείας

$$R_{id} \geq S_{id}$$

Αντίσταση Διεπιφάνειας  
(σε θλίψη, σε εφελκυσμό, διατμητική)  
(βλ. Κεφ.6)

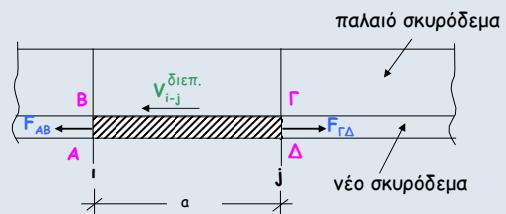
Εντατικά Μεγέθη  
που δρουν στη διεπιφάνεια

- Ελάχιστα και Μέγιστα

8



## Έλεγχος Διεπιφανειών



$$V_{\deltaιεπ. i-j}^{B\Gamma} = F_{AB} - F_{\Gamma\Delta}$$

9

## ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (ΠΕΤΕΠ)

Εργασίες Αποκατάστασης Ζημιών Κατασκευών  
από τον Σεισμό και λοιπούς Βλαπτικούς Παράγοντες

**ΕΤΕΠ**  
**ΦΕΚ 2221B/30-7-2012**

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας  
Αθήνα 2008

10



**Εκτράχυνση με Αμμοβολή**

11



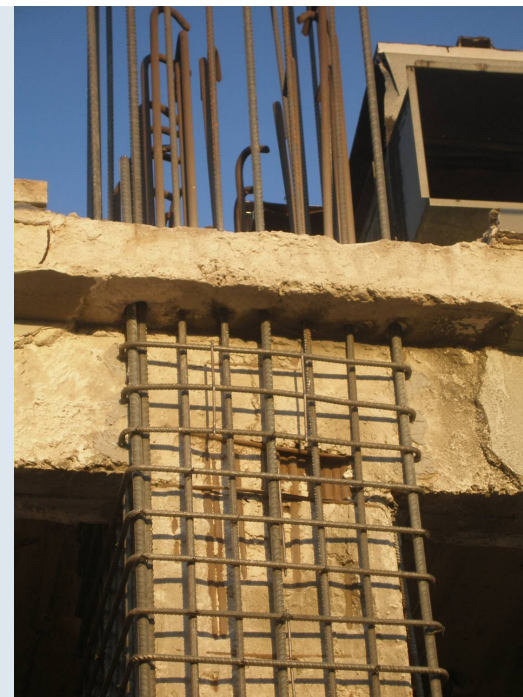
**Προετοιμασία Επιφάνειας με Αεροματσάκονο**

12

### ΜΑΝΔΥΕΣ Ο.Σ.



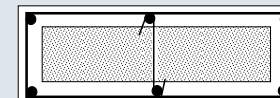
13



14



15



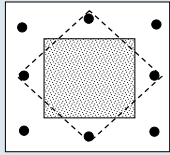
Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε επιμήκεις διατομές

16

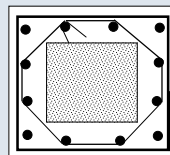


## Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε τετραγωνικές διατομές

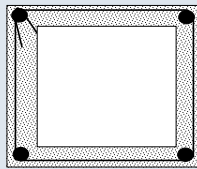
ΟΧΙ



ΝΑΙ



γωνία 45°



17



Άνοιγμα Συνδετήρων

18



Ηλεκτροσυγκόλληση Άκρων Συνδετήρων Μανδύα 19

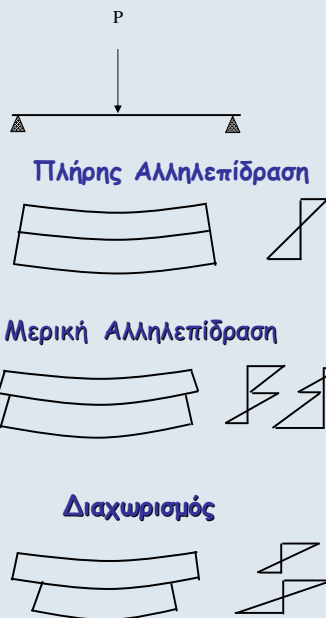
## Διατμητική Αντίσταση Διεπιφάνειας: $V_{Rd}^{διεπιφ.}$

### Μηχανισμοί

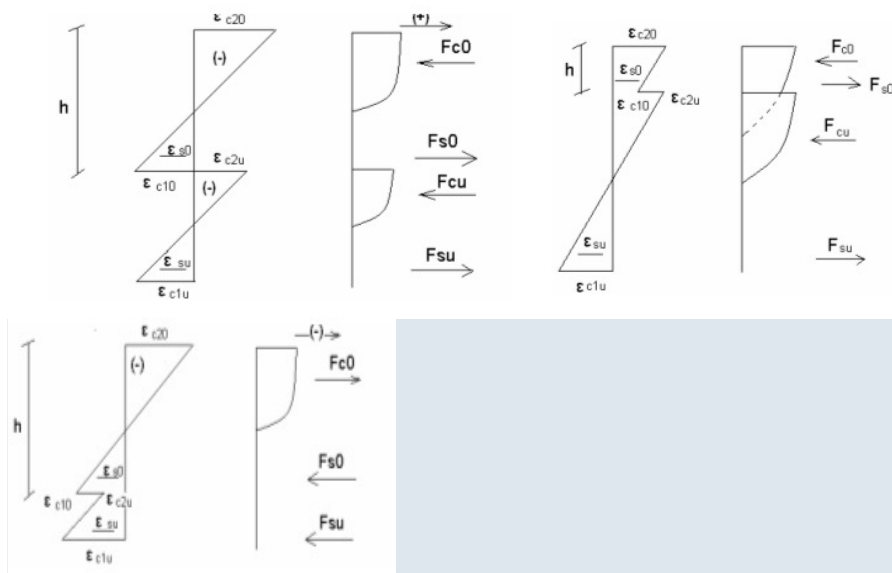
- Τριβή και Συνοχή
- Δράση Βλήτρου
- Δράση Σφικτήρα
- Ηλεκτροσυγκολλήσεις

20

### Ικανότητα Σύνθετου Μέλους

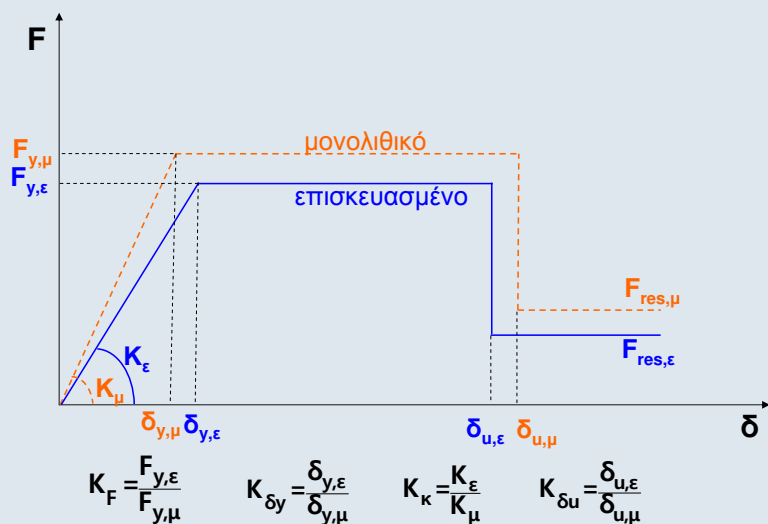


### Πιθανή Κατανομή Παραμορφώσεων και Τάσεων



Πόσο θα ήταν το λάθος αν θεωρούσαμε μονολιθική συμπεριφορά;

### Καμπύλες Εντατικού Μεγέθους-Παραμόρφωσης με Επισκευασμένα Στοιχεία



### Συντελεστές Μονολιθικότητας

$$k_k = \frac{\text{Δυσκαμψία πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Δυσκαμψία μονολιθικού στοιχείου}}$$

$$k_r = \frac{\text{Αντοχή πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Αντοχή μονολιθικού στοιχείου}}$$

$$k_k \leq k_r \leq 1,0$$

$$k_\mu = \frac{\text{Πλαστιμότητα πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Πλαστιμότητα μονολιθικού στοιχείου}}$$

$$k_{\delta u} = \frac{\text{Οριακή παραμόρφωση πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Οριακή παραμόρφωση μονολιθικού στοιχείου}}$$

$$R_{i,ενισχ.} = K_i \times R_{i,μονολ.}$$



### Προσθήκη Νέας Στρώσης Σκυροδέματος

#### Εκτίμηση ικανότητας

- Με συνεκτίμηση της ολίσθησης
- Προσεγγιστικά με χρήση συντελεστών μονολιθικότητας

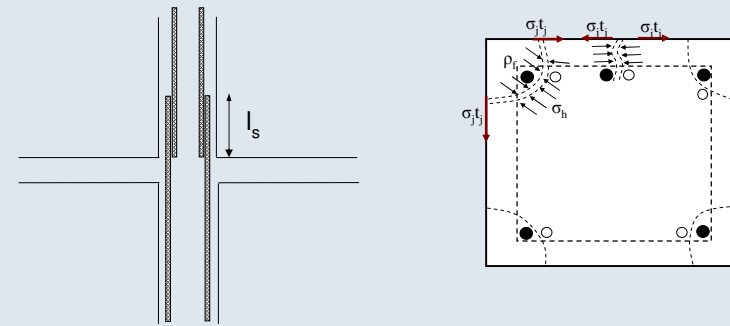
Για πλάκες:

$$k_k = 0,85 \quad k_r = 0,95 \quad k_{\theta y} = 1,15 \quad k_{\theta u} = 0,85$$

Για λοιπά στοιχεία:

$$k_k = 0,80 \quad k_r = 0,85 \quad k_{\theta y} = 1,25 \quad k_{\theta u} = 0,75$$

### Αποκατάσταση Ικανότητας Περιοχής με Μειωμένα Μήκη Ματισμένων Ράβδων



$$T_{\alpha\pi} = (1-\lambda_s) A_b f_s$$

$$T = \mu (\rho_f l_s) \sigma_h \rightarrow \sigma_{h, \alpha\pi} = \frac{(1-\lambda_s) A_b f_s}{\mu \rho_f l_s}$$

$$\sigma_j t_j = \sigma_h B \quad \text{όπου:} \quad \beta = \frac{\rho_f}{B}$$

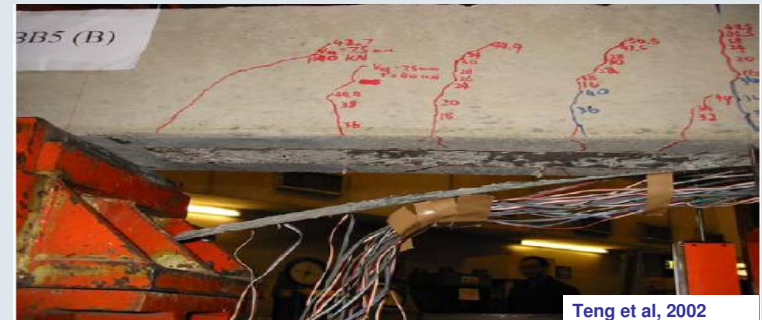
$$\left(\frac{A_j}{s}\right)_{\alpha\pi\alpha\iota\tau} = \frac{(1-\lambda_s) A_b f_s}{\beta \mu l_s \sigma_j}$$

$$\left(\frac{A_j}{s_w}\right)_{\alpha\pi} = \frac{12}{(s_d : s_u)} \left(\frac{f_{sy}^3}{f_u f_c^2}\right) \left(\frac{d_s^2}{a_N l_s}\right)^3 (a_N) \quad (A_j/s)_{\alpha\pi} = 1.3 \left[ k_1 \left(\frac{f_{sy} d_s}{f_c l_s}\right) - 0.4 \frac{c}{d_s} - 0.30 \right]^2 \frac{f_c^2 d_s^2}{k_2 E_j f_{cm}}$$

Για μανδύες  $t_j = \left(\frac{A_j}{s}\right)_{\alpha\pi\alpha\iota\tau}$ .

### Καμπτική Ενίσχυση

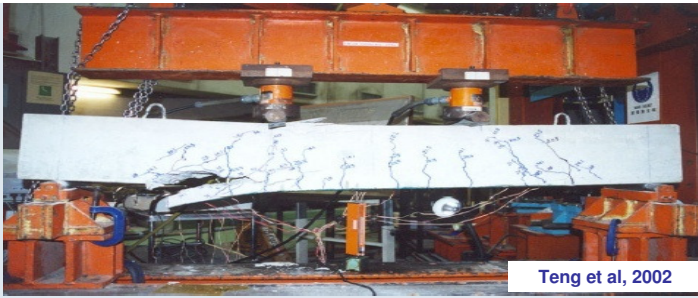
Building Klinkerstr, Amsterdam



Teng et al, 2002



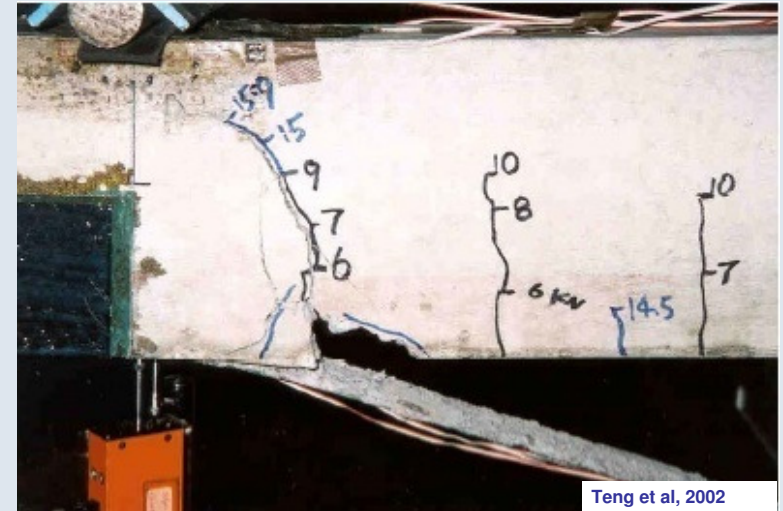
Αναλαμβάνομενη δύναμη επικολλητών φύλλων συναρτήσει του μήκους αγκύρωσης



Teng et al, 2002

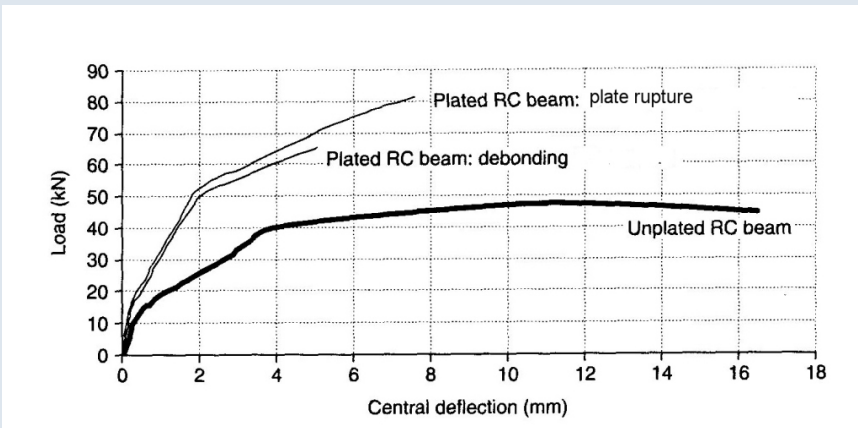


Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρας του σύνθετου υλικού

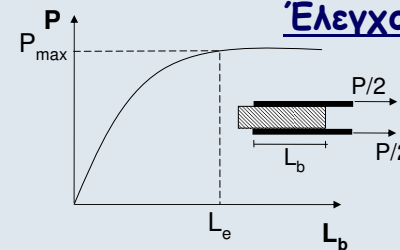


Teng et al, 2002

**Διάγραμμα Φορτίου-Βύθισης για Δοκούς Ενισχυμένες με Επικολητά Ελάσματα**



**Έλεγχος Αποκόλλησης**



$$L_e = \sqrt{\frac{E_j t_j}{2f_{ctm}}} \quad P_{max} = \beta f_{ctm} b_j L_e$$

$$\sigma_{crit} = \frac{P_{max}}{b_j t_j} \approx \beta \sqrt{\frac{E_j f_{ctm}}{2 t_j}}$$

$$\beta = \beta_w \beta_L \quad \beta_w = \sqrt{\frac{2 - b_j / b_w}{1 + b_j / b_w}}$$

$\beta_L = 1$  για πλήρη αγκύρωση

ΚΑΝ.ΕΠΕ.  
§ 8.2.1.3

$$\sigma_{j,d} = \frac{\sigma_{j,crit}}{\gamma_{Rd}} = 1,2$$

As θεωρηθεί η περίπτωση μίας δοκού από σκυρόδεμα C16/20 που ενισχύεται στο εφελκόμενο πέλαμα με ένα έλασμα ΙΟΠ-Ανθρακα, πάχους  $t_j=1mm$  και πλάτους  $b_j=1/2b_w$ . Εξετάζοντας την 2η μορφή αστοχίας λαμβάνεται:

$$f_{ctm} \approx 0.3f_{ck}^{2/3} = 0.316^{2/3} = 1.92 MPa, \quad \beta = 1 \text{ και}$$

$$\sigma_{j,crit} = \sqrt{\frac{200 \times 1.92 \times 10^3}{2}} = 438 MPa, \quad \sigma_{j,d} = \frac{438}{1,2} = 365 MPa$$

$$t_j \uparrow \Rightarrow \sigma_{j,crit} \downarrow$$

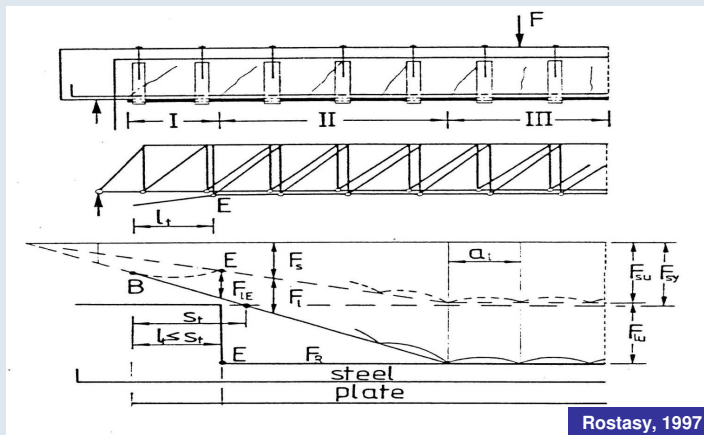
- Χρήσιμη τεχνική για ενισχύσεις γύρω από νέα ανοίγματα σε πλάκες, τοιχώματα



## Έλεγχος Απόσχισης Άκρου

$$V_{sd,απολ.} \leq V_{cd,απολ.}$$

$$M_{sd,απολ.} \leq 0.67 M_{Rd,απολ.}$$

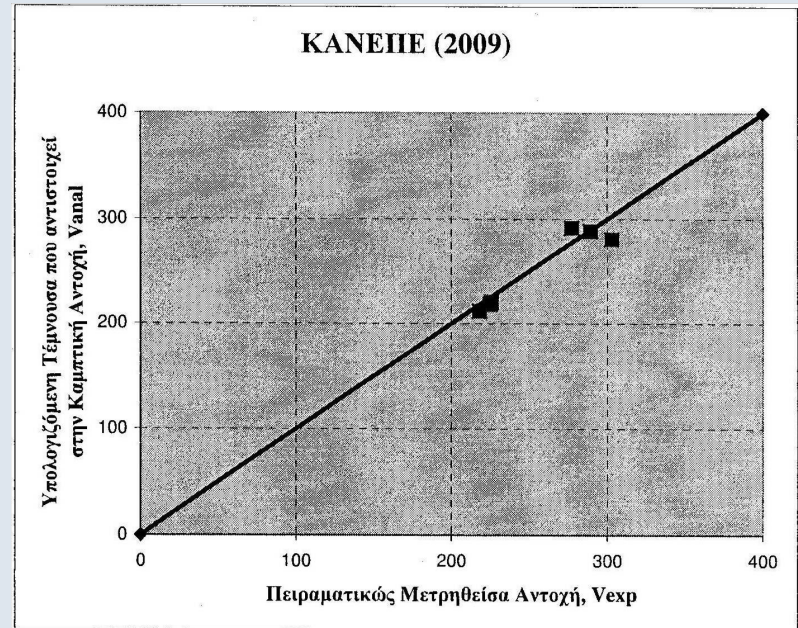


Rostasy, 1997

$$V_{sdj} = \frac{A_j \sigma_{jd}}{A_{so} f_{ydo} + A_j \sigma_{jd}} V_{sd,απολ.}$$

33

## ΚΑΝΕΠΕ (2009)



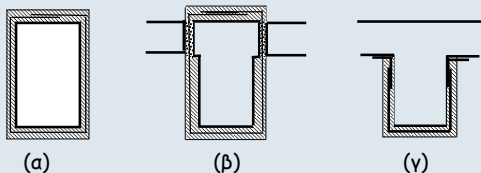
Μιτολίδης, Διδακτορική Διατριβή 2009, ΑΠΘ.

34

## Αύξηση Φέρουσας Ικανότητας Έναντι Τέμνουσας

### Ανεπάρκεια Έναντι Λοξής Θλίψης ( $V_{sd} > V_{Rd2}$ )

- Με περισφιγξη
 
$$f_{ck,c} = (1,125 + 1,25\alpha_w) f_{ck}$$
- Με προσθήκη νέων στρώσεων σκυροδέματος
  - κλειστός μανδύας (συνιστάται)
  - τρίπλευρη ενίσχυση



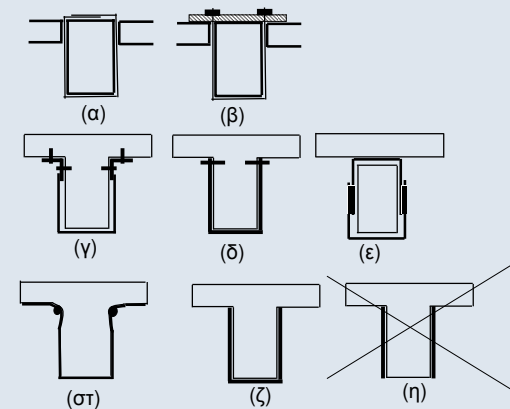
Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας σε λοξή θλίψη:  
(α), (β) κλειστές ενισχύσεις, (γ) ανοικτές ενισχύσεις

$$V_{sd} \leq \frac{1}{\gamma_{Rd}} (V_{Rd,r} + V_{RM})$$

35

## Ανεπάρκεια Οπλισμού Διάτμησης ( $V_{sd} > V_{Rd3}$ )

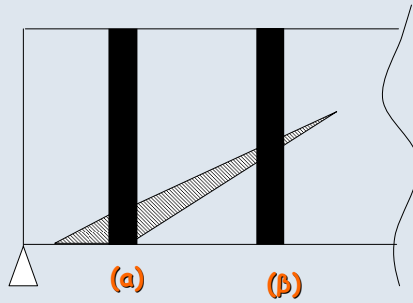
- Με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος
- Με εξωτερικά στοιχεία από χάλυβα ή ΙΟΠ



Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας οπλισμού διάτμησης:  
(α), (β) "κλειστή" ενίσχυση, (γ), (δ), (ε), (στ) "ανοικτή" ενίσχυση με αγκυρωμένα άκρα & (ζ) "ανοικτή" ενίσχυση αποδεκτή κατά παρέκκλιση

36

## Διατμητική Ενίσχυση με ΙΟΠ



- Η τάση στις ίνες εξαρτάται από το εύρος της ρωγμής που γεφυρώνουν.
  - Δεν υπάρχει ανακατανομή της έντασης
  - Αστοχούν οι ίνες στη θέση (α) πριν καλά-καλά ενεργοποιηθούν οι ίνες στην θέση (β)
- ➔ Μέση τιμή αντοχής  $\approx \frac{1}{2}$  max Αντοχής ➔  $k_v = 0,5$

37

## Περίσφιξη με Μεταλλικό Κλωβό



38

## Περίσφιξη με ΙΟΠ

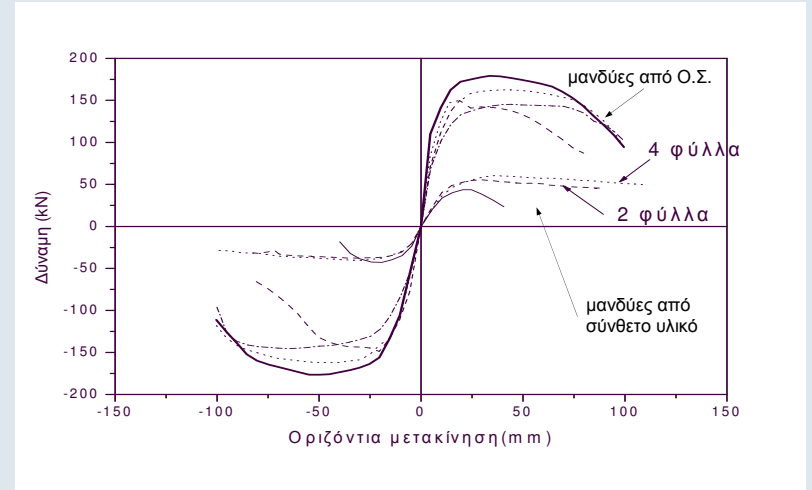


39



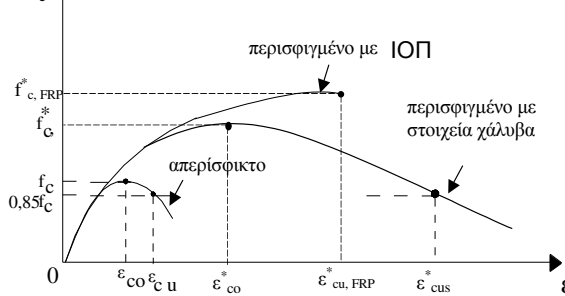
40





Διαγράμματα φορτίου-οριζόντιας μετακίνησης υποστυλωμάτων ενισχυμένων με μανδύες από σύνθετα υλικά και Ο.Σ.

**Προσομοίωμα για το Περισφιγμένο Σκυροδέμα**



ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2013

Σχέδιο ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2016

$$f_{cd}^* = (1 + 2,5 \alpha \omega_{wd}) f_{cd} \text{ για } \alpha \omega_{wd} \leq 0,1$$

$$f_{cd}^* = (1,125 + 1,25 \alpha \omega_{wd}) f_{cd} \text{ για } \alpha \omega_{wd} > 0,1$$

$$f_{cd}^* = f_{cd} (1 + K) = f_{cd} \left[ 1 + 3,5 \left( \frac{\alpha \rho_{sx} f_{ywd}}{f_{cd}} \right)^{3/4} \right] \text{ όπου } \rho_{sx} = \frac{A_{sx}}{b_w s_h}$$

**Χαλύβδινη περίσφιξη**

$$\epsilon_{co}^* = 2,0 \times 10^{-3} (f_{cd}^* / f_{cd})^2$$

$$\epsilon_{cu}^* = 3,5 \times 10^{-3} + 0,1 \alpha \omega_{wd}$$

**Χαλύβδινη περίσφιξη**

$$\epsilon_{co}^* = \epsilon_{co} (1 + 5K)$$

$$\epsilon_{cu}^* = 0,004 + 0,4 \frac{\alpha \rho_{sx} f_{ywd}}{f_{cd}^*}$$

**Περίσφιξη σκυροδέματος και πλαστικότητα μελών**

$$\epsilon_{cu}^* \rightleftharpoons \mu_{1/r}$$

$$\epsilon_{cu}^* = 2,2 \mu_{1/r} \epsilon_{sy} \not\leq 0,0035$$

**Αναθεώρηση 2017**

$$\mu_{1/r} = \frac{f_{cc}}{f_c} \frac{(\epsilon_{cu,c} - \epsilon_{cc})}{1,75 \nu \epsilon_{sy}} \quad \epsilon_{cu,c} \geq 0,004 \quad \underline{\underline{\Sigma.8.11\alpha}}$$

$$\mu_{1/r} = \frac{f_{cc}}{f_c} \frac{\epsilon_{cu,c}}{2,6 \nu \epsilon_{sy}} \quad \underline{\underline{\Sigma.8.11\beta}}$$

$$(\mu_{1/r} - 1) : (\mu_{\theta} - 1) \approx 3 \text{ (παραδοχή)}$$

**Περίσφιξη ΙΟΠ**

$$\epsilon_{cu}^* = \epsilon_{co}^* = \gamma_{IOP} 0,0035 (f_{cd}^* / f_{cd})^2$$

$\gamma_{IOP} = 1,00$  (για ΙΟΠ με ίνες άνθρακα) και  $2,00$  (για ΙΟΠ με ίνες υάλου)

(Για το θεωρητικό υπόβαθρο βλ. «Περίσφιξη 2016» [eclass.upatras.gr](http://eclass.upatras.gr) στο μάθημα «Σχεδιασμός Γραμμικών Στοιχείων οπλισμένου Σκυροδέματος»)

## Απαιτούμενος Οπλισμός Περίσφιξης - Αύξηση Πλαστιμότητας

Περίσφιξη με στόχο  $\theta_{d,απ.}$

Έστω ότι προέκυψε  $\theta_s > \theta_d$

Στόχος  $\theta_{d,απ.} = \theta_s$

Για στάθμη Γ

$$\theta_d^Γ = \frac{\theta_u}{\gamma_{Rd}} = \frac{\mu_\theta \theta_y}{\gamma_{Rd}}$$

Για στάθμη Β

$$\theta_d^B = \frac{\theta_y + \theta_u}{2\gamma_{Rd}} = \frac{(\mu_\theta + 1)\theta_y}{2\gamma_{Rd}}$$

$$\theta_{d,απ.} \Rightarrow \mu_{\theta,απ.}$$

$$\mu_{\theta,απ.} \Rightarrow \mu_{1/r,απ.} \Rightarrow \varepsilon_{cu,απ.}^* \Rightarrow \alpha\omega_w = \text{Υλικό περίσφιξης}$$

45

## Απαιτούμενος Οπλισμός Περίσφιξης - Αύξηση Πλαστιμότητας

Περίσφιξη με στόχο  $m_{απ.}$

Έστω ότι ο στόχος εκφράζεται σε όρους m

Για στάθμη Γ

$$m^Γ = \frac{\theta_d^Γ}{\theta_y} = \frac{\theta_u}{\gamma_{Rd} \theta_y} = \frac{\mu_\theta}{\gamma_{Rd}}$$

Για στάθμη Β

$$m^B = \frac{\theta_d^B}{\theta_y} = \frac{\mu_\theta + 1}{2\gamma_{Rd}}$$

$$m_{απ.} \Rightarrow \mu_{\theta,απ.}$$

$$\mu_{\theta,απ.} \Rightarrow \mu_{1/r,απ.} \Rightarrow \varepsilon_{cu,απ.}^* \Rightarrow \alpha\omega_w = \text{Υλικό περίσφιξης}$$

46

## Απαιτούμενος Οπλισμός Περίσφιξης - Αύξηση Πλαστιμότητας

Απαιτήση Στοχευόμενου q:

- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης συμπεριφοράς  $q_\pi = q/q_u$  ( $q_u$  παράγοντας υπεραντοχής δομήματος κατά EC8)

- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων:

$$\mu_d = \begin{cases} q_\pi & \text{όταν } T \geq T_c \\ 1 + (T_c/T)(q_\pi - 1) & \text{όταν } T < T_c \end{cases}$$

Η συσχέτιση των  $\mu_\theta = \mu_\delta$  μέλους και  $\mu_d$  κτιρίων γίνεται μέσω των σχέσεων:

- $\mu_\delta = \mu_\theta = \mu_d$  μη σχηματισμός πλαστικού μηχανισμού ορόφων

- $\mu_\delta = \mu_\theta = \mu_d \frac{H_{tot}}{H_{οπ.}}$  πιθανός σχηματισμός πλαστικού μηχανισμού σε όροφο

47

	Σύστημα	$q_b (= V_d/V_t)$ (1)	
1	Συστήματα ανεστραμμένου εκκρεμούς ή στρεπτικού ευαίσθητα	1,00	
	Συστήματα τοιχείων ή πλαισίων	Κανονικότητα σε κάτοψη (2)	
		Ναι	Όχι (3)
2	<u>Συστήματα τοιχείων</u>		
2.1	Μόνον 2 μη-συζευγμένα τοιχεία ανά διεύθυνση, ασχέτως πλήθους ορόφων	1,00	1,00
2.2	Περισσότερα των 2 μη-συζευγμένα τοιχεία ανά διεύθυνση, ασχέτως πλήθους ορόφων	1,10	1,05
2.3	Οποιαδήποτε συζευγμένα ή μικτά συστήματα (ισοδύναμα τοιχεία, >50%)	1,20	1,10
3	<u>Συστήματα πλαισίων</u>		
3.1	$\eta = 1$ ( $\eta$ : αριθμός ορόφων, πάνω από το υπόγειο αν υπάρχει)	1,10	1,05
3.2	$\eta \geq 2$ , δίστυλα	1,20	1,10
3.3	$\eta \geq 2$ , πολύστυλα ή μικτά συστήματα (ισοδύναμα πλαίσια, >50%)	1,30	1,15

(1) Στον ΕΚ 8, η τιμή  $V_u/V_t$  παρουσιάζεται ως  $a_u/a_1$ , δηλ. ως πηλίκων των αντίστοιχων ανηγμένων επιταχύνσεων.

(2) Για την κανονικότητα σε κάτοψη, βλ. την επόμενη § ε.

(3) Απλοποιητικώς, κατά ΕΚ 8, η υπεραντοχή μη-κανονικών (σε κάτοψη) κτιρίων, σε σχέση με αυτήν αντίστοιχων κανονικών, δίνεται από τη σχέση:

$$(V_u/V_t)_{MH-K} = [1 + (V_u/V_t) K] : 2.$$

(4) Οι τιμές του πίνακα δίνονται στον ΕΚ8-1 για σύγχρονες κατασκευές.

Για παλαιές κατασκευές μπορεί να ληφθεί:

Αν χάλυβας StI ή S220

Αν χάλυβας StIII, StII, S400, S500

Για ψαθυρότερους χάλυβες (π.χ. ψυχρής κατεργασίας)

$$q'_b = 1,1q_b$$

$$q'_b = 0,9q_b \geq 1,0$$

$$q'_b = 1,0$$

48



## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία



49

## Επισκευή με ρητινενέσεις



CEA, Sacley

50

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη επικολλητών ελασμάτων από χάλυβα



51

## Ενίσχυση κόμβων με ΙΟΠ



CEA, Sacley

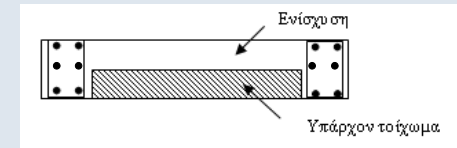
52



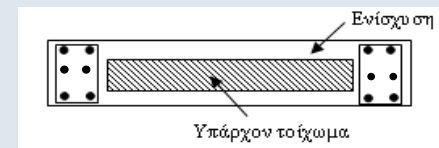
CEA, Sacley

## Ενίσχυση Τοιχωμάτων

- Αποκατάσταση Ανεπαρκών Αναμονών Όπως και στα υποστυλώματα
- Αύξηση Φέρουσας Ικανότητας Έναντι Κάμψης
  - ✓ Προσθήκη υποστυλωμάτων στα άκρα
  - ✓ Μονόπλευρη ενίσχυση και προσθήκη υποστυλωμάτων



- ✓ Ολόπλευρος κλειστός μανδύας (συνιστάται)



54

## Ενίσχυση Τοιχωμάτων

- Αύξηση Φέρουσας Ικανότητας Έναντι Τέμνουσας
  - ✓ Ανεπάρκεια λόγω λοξής θλίψης κορμού  
Προσθήκη νέων στρώσεων σκυροδέματος ή μανδύα
  - ✓ Ανεπάρκεια οπλισμού διάτμησης  
Προσθήκη Εξωτερικών στοιχείων χάλυβα ή ΙΟΤΠ ή μανδύας
- Ολίσθηση Τοιχώματος
  - ✓ Προσθήκη κατακόρυφων μεταλλικών στοιχείων εκατέρωθεν του αρμού
  - ✓ Τοπικός μανδύας
- Αύξηση Πλαστιμότητας  
(Δεν προσφέρονται οι μέθοδοι περίσφιγξης)
  - ✓ Αύξηση διατομής θλιβόμενου πέλματος  
με προσθήκη εγκάρσιου τοιχώματος  
με τοπική διεύρυνση του άκρου
  - ✓ Τοποθέτηση εγκαρσίων διαμερών σφικτήρων

55

## Εμφάνιση Πλαισίων

- Σημαντική Αύξηση της Δυσκαμψίας και της Σεισμικής αντίστασης του φορέα

### Μορφές:

- Προσθήκη Απλού "Γεμίματος"
- Τοιχωματοποίηση Πλαισίου
- Ενίσχυση Υφισταμένων Τοίχων Πληρώσεως

### Κρίσιμα σημεία της μελέτης

- Έλεγχος επάρκειας μεταφοράς τέμνουσας στις στάθμες των ορόφων
- Μικρή Αξονική → Μειωμένη Ενεργός Δυσκαμψία, Μεγάλη Στροφή στο Θεμέλιο

### Κατασκευαστικά θέματα

- Δυσκολία σκυροδέτισης (ανεπαρκής πρόσβαση στην κορυφή)
- Αντιμετώπιση συστολής ξήρανσης

56



## Προσθήκη Απλού "Γεμίματος"

- Τοιχώματα από: α) Άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα (επί τόπου κατασκευαζόμενα ή προκατασκευασμένα)  
β) Άοπλη ή οπλισμένη τοιχοποιία
- Δεν λαμβάνονται ειδικά μέτρα σύνδεσης του γεμίματος με το πλαίσιο
- Προσομοίωση του γεμίματος μέσω διαγώνιου θλιπτήρα
- Χαμηλή πλαστικότητα. Συνιστάται  $m \leq 1,5$

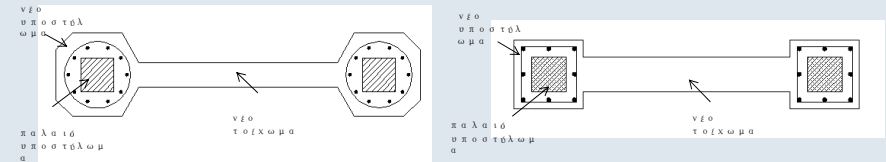
### Προσοχή

Πρόσθετες Τέμνουσες σε Δοκούς και Υποστύλωματα

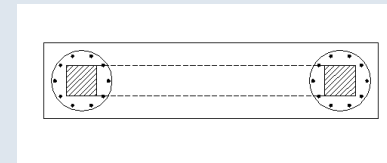
57

## Τοιχοματοποίηση Πλαισίου

Εμφανώσεις πάχους μικρότερου ή ίσου με το πλάτος της δοκού

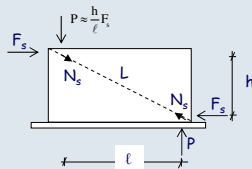


Εμφανώσεις πάχους μεγαλύτερου του πλάτους της δοκού



58

## Τοιχοματοποίηση Πλαισίου Προσομοίωμα Ελέγχου Επάρκειας



Ασκούμενη Τέμνουσα στο Τοίχωμα:

$$F_s = V_s - \frac{2V_{Rc}}{\gamma_{sd}}$$

Έλεγχος Αντίστασης Φατνώματος:

- Θλίψη Διαγώνιου Θλιπτήρα:

$$N_s = \frac{L}{\ell} F_s \quad N_R = \lambda f'_c t_w b_w$$

$$f'_c = 0,6 f_c$$

$b_w$  = ενεργό πλάτος διαγώνιου θλιπτήρα  
 $\lambda \approx 0,4$ , συντελεστής απομένουσας απόκρισης του διαγώνιου θλιπτήρα μετά την υπέρβαση της κρίσιμης παραμόρφωσής του

- Διάτμηση κατά Μήκος των Διεπιφανειών:

$$F_{\beta\lambda, \text{οριζ.}} = F_s - \frac{\ell}{L} N_R > \frac{1}{2} n_o D_u$$

$$F_{\beta\lambda, \text{κατ.}} = \frac{h}{\ell} F_{\beta\lambda, \text{οριζ.}} > \frac{1}{2} n_v D_u$$

Ελάχιστη ποσότητα βλήτρων 3Φ16 ανά μέτρο της περιμέτρου και  $\rho_{\min}$

59

## Ενίσχυση Υφιστάμενων Τοίχων Πληρώσεως

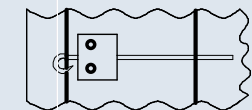
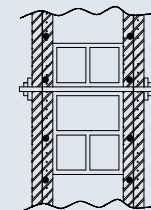
- Με αμφίπλευρες οπλισμένες στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος χωρίς υποχρεωτική αγκύρωση στο περιβάλλον πλαίσιομα.

Ελάχιστο πάχος στρώσης 50 mm

Min  $\rho_v = \rho_h = 0,005$

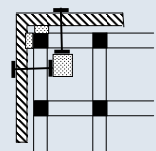
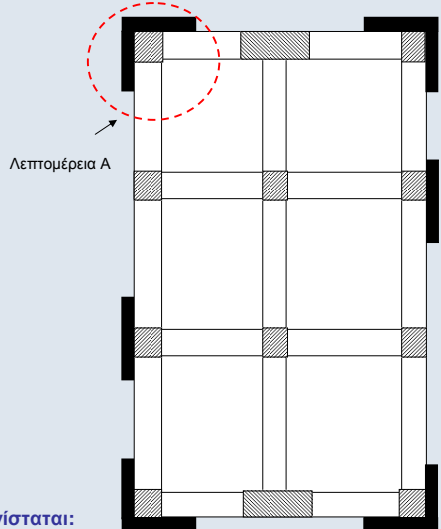
Εξασφάλιση της από κοινού λειτουργίας υφιστάμενης τοιχοποιίας με τις δύο στρώσεις ενίσχυσης μέσω διαμερών κοχλωτών συνδέσμων:

- Αντίσταση ενισχυμένου τοίχου = Αντίσταση λοξού θλιπτήρα



60

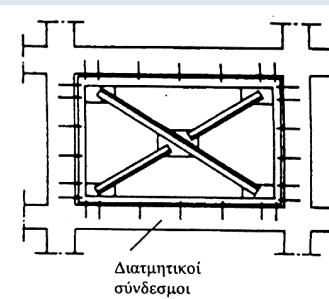
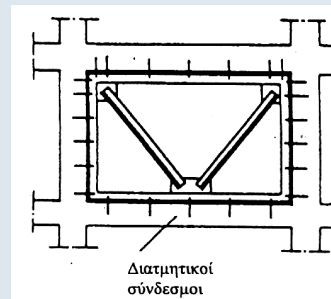
**ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΩΝ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ Η ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ**  
(Λύση που απαιτεί ιδιαίτερα υψηλή μελετητική και κατασκευαστική εμπειρία)



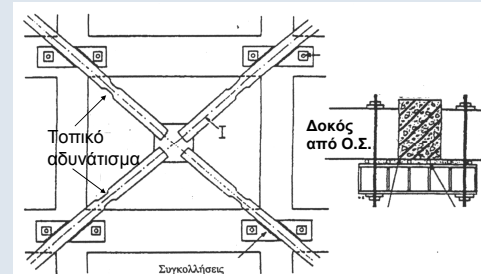
Συνιστώμενη θέση τοιχωμάτων  
Ενδεικτική διάταξη συνδέσμων

- Συνίσταται:
- (α) Ο συνδυασμός της θεμελίωσης των νέων τοιχωμάτων με τις υφιστάμενες θεμελιώσεις
  - (β) Η κατά το δυνατόν αύξηση της αξονικής δύναμης που θα αναλάβουν τα νέα τοιχώματα κατά τον σεισμό

Μεταλλικά δικτυώματα εντός πλαισίων

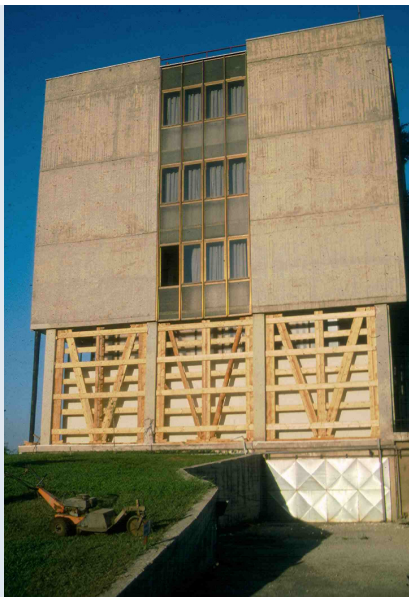


Προσθήκη παράπλευρων εξωτερικών μεταλλικών συστημάτων



Κατασκευαστικές λεπτομέρειες σύνδεσης παράπλευρων μεταλλικών δικτυωμάτων





Temporary support and stiffening of the damaged soft floor

65

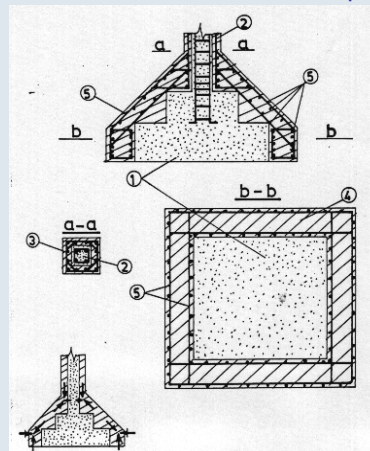
### ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

- Ανεπάρκεια επιφάνειας έδρασης
- Ανεπαρκές ύψος



Αύξηση διαστάσεων

Συνδυασμός με ενίσχυση κατακόρυφων μελών



$$\sum A_{sw} \geq \frac{P_n \tan \alpha}{f_{ywd}}$$

Ενδεικτική ενίσχυση πεδίων με την τεχνική των μανδουλών, όταν η επέμβαση περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου

66



ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ & ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

REPAIR & STRENGTHENING OF STRUCTURES - UNIVERSITY OF PATRAS

[www.episkeves.civil.upatras.gr](http://www.episkeves.civil.upatras.gr)

67